

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-240830

(43)Date of publication of application : 17.09.1996

(51)Int.Cl.

G03B 5/00
G02B 23/18
H04N 5/232

(21)Application number : 07-043006

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 02.03.1995

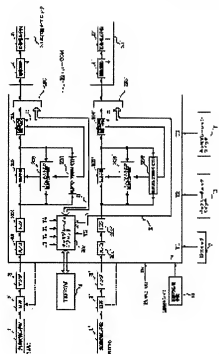
(72)Inventor : MOROFUJI TAKESHI

(54) SHAKE CORRECTING DEVICE AND OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an optimum driving characteristic and to correct the balance of the characteristic of each shake correcting means by correcting the lowering of the shake correcting characteristic of plural shake correcting means caused by environmental change and the change with time, and dispersion caused by an individual difference.

CONSTITUTION: The shake correcting devices 30 and 30' consisting of a variable apex angle prism are respectively arranged in the right and left optical systems of binoculars. The shake correcting devices provided with a calibration function 207 detecting the offset of frequency characteristic, a driving limit range and an initial position respectively from response characteristic at the time of supplying a specified driving signal for a test to the devices 30 and 30' so that the offset may be corrected individually and performing correction for balancing so that the characteristic of the right and left shake correcting devices may be equal are mounted on the optical systems.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3683929

[Date of registration] 03.06.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平8-240830

(43) 公開日 平成8年(1996)9月17日

(51) Int. Cl.⁶ 識別記号

G03B 5/00

G02B 23/18

H04N 5/232

F I

G03B 5/00

G02B 23/18

H04N 5/232

J

Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全23頁)

(21) 出願番号 特願平7-43006

(22) 出願日 平成7年(1995)3月2日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 諸藤 剛

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

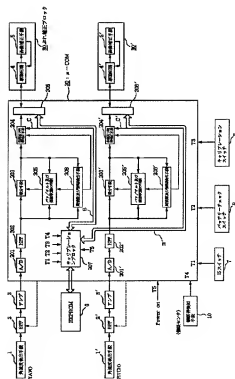
(74) 代理人 弁理士 丸島 儀一

(54) 【発明の名称】 ぶれ補正装置及び光学装置

(57) 【要約】

【目的】 複数のぶれ補正手段の環境変化、経時変化によるぶれ補正特性の低下、個体差によるばらつきを補正し、最適な駆動特性を得るとともに、各ぶれ補正手段の特性のバランスを補正することにある。

【構成】 双眼鏡の左右の光学系に可変頂角プリズムからなるぶれ補正装置をそれぞれ配し、各ぶれ補正装置に所定のテスト用駆動信号を供給したときの応答特性から、それぞれ周波数特性、駆動限界範囲、初期位置のオフセットを検出し、これを個々に補正するとともに、左右のぶれ補正装置の特性が等しくなるようにバランスをとるための補正を行うキャリブレーション機能207を備えたぶれ補正装置を搭載した双眼鏡。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ぶれによる画像の動きを補正する第 1 の動き補正手段と、

ぶれによる画像の動きを補正する第 2 の動き補正手段と、

所定の駆動信号に対する前記動き補正手段の応答特性と、前記駆動信号に対する前記第 2 の動き補正手段の応答特性をそれぞれ検出し、前記第 1 の動き補正手段の応答特性と、前記第 2 の動き補正手段の応答特性が実質的に等しくなるように、前記第 1 の動き補正手段及び前記第 2 の動き補正手段の少なくとも一方の駆動特性を補正する制御手段と、を備えたことを特徴とするぶれ補正装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記制御手段は、前記駆動信号に対する前記第 1 及び第 2 の動き補正手段の応答振幅及び位相ずれをそれぞれ検出し、該応答振幅及び位相ずれに応じて、前記第 1 及び第 2 の動き補正手段の伝達周波数特性が実質的に等しくなるように補正するように構成されていることを特徴とするぶれ補正装置。

【請求項 3】 請求項 2 において、前記制御手段は、前記駆動信号に対する前記第 1 及び第 2 の動き補正手段の応答振幅及び位相ずれを検出し、該応答振幅及び位相ずれに応じて、前記第 1 及び第 2 の動き補正手段の利得及び位相を補正するように構成されていることを特徴とするぶれ補正装置。

【請求項 4】 請求項 1 において、前記制御手段は、前記駆動信号に対する前記第 1 及び第 2 の動き補正手段の駆動範囲を検出して所定の駆動範囲基準値に対するオフセットをそれぞれ演算し、該オフセットに応じて前記第 1 及び第 2 の動き補正手段の駆動限界範囲を補正するように構成されていることを特徴とするぶれ補正装置。

【請求項 5】 請求項 1 において、前記駆動信号は前記第 1 及び第 2 の動き補正手段を基準位置に位置させる信号であり、前記制御手段は、前記第 1 及び第 2 の動き補正手段の前記基準位置に対するオフセットを検出し、該オフセットに応じて前記第 1 及び第 2 の動き補正手段の初期位置を補正するように構成されていることを特徴とするぶれ補正装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 において、前記動き補正手段は、可変頂角プリズムを含む光学的ぶれ補正手段であることを特徴とするぶれ補正装置。

【請求項 7】 請求項 1 において、前記制御手段は、前記駆動信号を発生する駆動信号発生手段と、前記駆動信号に対する前記第 1 及び第 2 の動き補正手段の応答特性を検出する特性検出手段とからなるキャリブレーション手段を有することを特徴とするぶれ補正装置。

【請求項 8】 光学特性を可変するための可動部を有する第 1 の光学系と、

前記第 1 の光学系を駆動する第 1 の駆動手段と、

光学特性を可変するための可動部を有する第 2 の光学系

2

と、

前記第 2 の光学系を駆動する第 2 の駆動手段と、

所定の駆動信号に対する前記第 1 及び第 2 の光学系の応答特性をそれぞれ検出し、前記第 1 の光学系と前記第 2 の光学系の応答特性が実質的に等しくなるように、前記第 1 の駆動手段及び前記第 2 の駆動手段の少なくとも一方の駆動特性を補正する制御手段と、を備えたことを特徴とする光学装置。

【請求項 9】 請求項 8 において、前記制御手段は前記第 1 及び第 2 の駆動手段の周波数特性、駆動範囲、初期位置に関するオフセットを検出し、該オフセットを前記第 1 の及び第 2 の駆動手段の少なくとも一方の駆動特性を変更することによって補正するように構成されていることを特徴とする光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、銀塩カメラ、ビデオカメラ等の撮影装置、あるいは双眼鏡等の光学機器等に用いて好適な画像の振れ補正装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、銀塩カメラ、ビデオカメラ等の撮影装置の分野では、露出設定、焦点調節等、あらゆる点で自動化、多機能化が図られ、撮影環境に関わらず常に良好な撮影を行うことができるようになっている。

【0003】しかしながら、実際に撮影画像の品位を著しく低下させているのはカメラぶれであることが多く、近年では、このカメラぶれを補正するぶれ補正装置が種々提案され、注目を集めているところである。

【0004】ぶれ補正装置は、補正系では光学的補正と、画像処理による電氣的補正とに、また検出系では物理的な振動検出と、画像の動きベクトル等を用いた画像処理による検出とに大別される。そしてこれらの組み合わせの形態が種々提案されている。

【0005】いま光学的ぶれ補正を例にして説明すると、そのぶれ検出手段として例えば振動ジャイロ等の角速度検出手段を備え、角速度センサから出力される速度信号を積分して角変位信号に変換し、光軸方向を可変の可変頂角プリズム等の光学的ぶれ補正手段を駆動してぶれを光学的に補正する構成がとられている。

【0006】このような光学的ぶれ補正装置は、通常ぶれ補正を行うためのぶれ補正用コントロール信号によって可変頂角プリズムを駆動し、同時に可変頂角プリズムの角変位を検出してコントロール信号に対応した位置となるまで駆動するようなフィードバックループを有している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の可変頂角プリズムの様な光学的、機械的なぶれ補正手段を用いるぶれ補正装置においては、特に機械的可動部分の温度、経時変化により、軸摩擦、素子の変形等の機械

3

的劣化を伴い、比較的小さなずれ（例えば光軸を微小（後述の実施例では、0.03deg程度）変位して偏光する場合）に対し、制御上無視できないほどの応答（追従）性の劣化が生じてしまう場合がある。また可変頂角プリズム及びその駆動系の個体差も大きい。

【0008】これらの機械的な性能の低下、ばらつきは、サーボ機構により制御される可変頂角プリズムを用いたぶれ補正装置においては、その制御上の中心位置が、温度、経時劣化等の負荷変動の影響によりずれを生じる不都合となる。

【0009】また可変頂角プリズムの駆動限界範囲が、温度、経時による素子の変化あるいはバッテリーの消耗により変動してしまう不都合を生じる。

【0010】また光軸調整時のばらつきが大きいため、能力の低いチップ・マイクロコンピュータからの出力信号のオフセットによる調整のみでは吸収しきれない場合がある。

【0011】そこで本発明における課題は、上述の問題点を解決し、ぶれ補正手段の温度、経時変化による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化や、応答の遅れ等を補正するとともに、駆動系の個体差によるばらつき等を補正し、常に良好な応答特性を確保し得るようなぶれ補正装置を提供するとともに、このようなぶれ補正装置を双眼鏡のような複数の光学系を有する光学装置に適用した際、その光学系の前記応答特性のバランス調整を同時に行うことにより、左右の特性の揃ったぶれ補正特性を有する双眼鏡を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために、本願の請求項1に記載された発明によれば、ぶれによる画像の動きを補正する第1の動き補正手段（実施例では双眼鏡の右側光学系に配された右側VAP、ぶれ補正ブロック30R、30R'及びマイコン20内の積分手段203R、203R'、位相/利得補正手段204R、204R'にオその駆動系に相当する）と、ぶれによる画像の動きを補正する第2の動き補正手段と、所定の駆動信号に対する前記動き補正手段の応答特性と、

（実施例では双眼鏡の左側光学系に配された左側VAP、ぶれ補正ブロック30L、30L'及びマイコン20内の積分手段203L、203L'、位相/利得補正手段204L、204L'にオその駆動系に相当する）と、前記駆動信号に対する前記第2の動き補正手段の応答特性をそれぞれ検出し、前記第1の動き補正手段の応答特性と、前記第2の動き補正手段の応答特性が実質的に等しくなるように、前記第1の動き補正手段及び前記第2の動き補正手段の少なくとも一方の駆動特性を補正する制御手段（実施例ではマイコン20内のキャリブレーションブロック207に相当する）とを備えた構成とする。

【0013】また本願の請求項2に記載された発明によ

4

れば、請求項1において、前記制御手段は、前記駆動信号に対する前記第1及び第2の動き補正手段の応答振幅及び位相ずれをそれぞれ検出し、該応答振幅及び位相ずれに応じて、前記第1及び第2の動き補正手段の伝達周波数特性が実質的に等しくなるように補正するように構成する（実施例では、マイコン20によって行われる図4のステップS5～S9の処理を左右のぶれ補正系について行う処理に相当する）。

【0014】また本願の請求項3に記載された発明によれば、請求項2において、前記制御手段は、前記駆動信号に対する前記第1及び第2の動き補正手段の応答振幅及び位相ずれを検出し、該応答振幅及び位相ずれに応じて、前記第1及び第2の動き補正手段の利得及び位相を補正するように構成する（実施例では、マイコン20によって行われる図4のフローチャートのステップS5～S9の処理を左右のぶれ補正系について行う処理に相当する）。

【0015】また本願の請求項4に記載された発明によれば、請求項1において、前記制御手段は、前記駆動信号に対する前記第1及び第2の動き補正手段の駆動範囲を検出して所定の駆動範囲基準値に対するオフセットをそれぞれ演算し、該オフセットに応じて前記第1及び第2の動き補正手段の駆動限界範囲を補正するように構成する（実施例ではマイコン20による図15のフローチャートのステップS209～S212までの処理に相当する）。

【0016】また本願の請求項5に記載された発明によれば、請求項1において、前記駆動信号は前記第1及び第2の動き補正手段を基準位置に位置させる信号であり、前記制御手段は、前記第1及び第2の動き補正手段の前記基準位置に対するオフセットを検出し、該オフセットに応じて前記第1及び第2の動き補正手段の初期位置を補正するように構成する（実施例ではマイコン20による図15のフローチャートのステップS202～S208までの処理に相当する）。

【0017】また本願の請求項6に記載された発明によれば、請求項1乃至5において、前記動き補正手段は、可変頂角プリズムを含む構成とした。

【0018】また本願の請求項7に記載された発明によれば、請求項1において、前記制御手段は、前記駆動信号を発生する駆動信号発生手段と、前記駆動信号に対する前記第1及び第2の動き補正手段の応答特性を検出する特性検出手段とからなるキャリブレーション手段を有する構成とした（実施例ではマイコン20内のキャリブレーションブロック207の構成に相当する）。

【0019】また本願の請求項8に記載された発明によれば、光学特性を可変するための可動部を有する第1の光学系（実施例では双眼鏡の右側光学系に配された右側VAPに相当する）と、前記第1の光学系を駆動する第1の駆動手段（実施例ではぶれ補正ブロック30R、3

0R'及びマイコン20内の積分手段203R、203R'、位相/利得補正手段204R、204R'に相当する)と、光学特性を可変するための可動部を有する第2の光学系(実施例では双眼鏡の右側光学系に配された右側VAPに相当する)と、前記第2の光学系を駆動する第2の駆動手段(実施例ではふれ補正ブロック30L、30L'及びマイコン20内の積分手段203L、203L'、位相/利得補正手段204L、204L'に相当する)と、所定の駆動信号に対する前記第1及び第2の光学系の応答特性をそれぞれ検出し、前記第1の光学系と前記第2の光学系の応答特性が実質的に等しくなるように、前記第1の駆動手段及び前記第2の駆動手段の少なくとも一方の駆動特性を補正する制御手段(実施例ではマイコン20内のキヤリブレーションブロック207に相当する)とを備えた構成とする。

【0020】また本願の請求項9に記載された発明によれば、請求項8において、前記制御手段は前記第1及び第2の駆動手段の周波数特性、駆動範囲、初期位置に関するオフセットを検出し、該オフセットを前記第1の及び第2の駆動手段の少なくとも一方の駆動特性を変更することによって補正する(実施例では、マイコン20によって行われる図4のステップS5～S9の処理を左右のふれ補正系について行う処理、図15のフローチャートのステップS20～S212までの処理に相当する)ように構成した。

【0021】

【作用】これによって、本願の請求項1に記載の発明によれば、第1及び第2の動き補正手段の応答特性を常に等しく設定することができ、各動き補正手段の応答特性のバランス調整を行うことができるとともに、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的誤差に起因する特性変化が補正される。

【0022】また本願の請求項2、3に記載の発明によれば、駆動信号に対する前記第1及び第2の動き補正手段の応答振幅及び位相ずれを検出し、この応答振幅及び位相ずれに応じて、前記各動き補正手段の利得及び位相ずれがバランス良く補正される。

【0023】また本願の請求項4に記載の発明によれば、前記第1及び第2の動き補正手段の駆動範囲基準値に対するオフセットが検出され、各動き補正手段の駆動限界範囲が最適値にバランス良く補正される。

【0024】また本願の請求項5に記載の発明によれば、前記第1及び第2の動き補正手段の前記基準位置に対するオフセットが検出され、前記各動き補正手段の初期位置が補正され、動き補正の偏りが補正され、前記第1及び第2の動き補正手段のバランスをたもちなが、且つその動き補正ダイナミクスレンジを広くとることができる。

【0025】また本願の請求項6に記載された発明によれば、可変頂角プリズムの温度、経時変化、素子の変形

等の機械的誤差による駆動特性の劣化及び変化が良好に補正され、最適制御を図ることができる。

【0026】また本願の請求項7に記載された発明によれば、キヤリブレーション動作によって任意に第1及び第2の動き補正手段の応答特性を検出し、その各オフセットを補正するとともに、第1及び第2の動き補正手段のバランスを常に最適状態に保持することができるため、経時変化や環境変化等によって使用条件が変化しても常に最適状態で使用することができる。

【0027】また本願の請求項8に記載の発明によれば、第1及び第2の光学系の応答特性を常に等しく設定することができ、各光学系の応答特性のバランス調整を行うことができるとともに、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的誤差に起因する特性変化が補正される。

【0028】また本願の請求項9に記載の発明によれば、駆動信号に対する前記第1及び第2の光学系、第1及び第2の駆動手段の応答振幅及び位相ずれ、駆動範囲基準値に対するオフセット、各動き補正手段の駆動限界範囲が最適値に互いにバランス良く補正される。

【0029】

【実施例】以下、本発明を各図を参照しながらその実施例について詳細に説明する。

【0030】(第1の実施例)図1は本発明におけるふれ補正装置をビデオカメラあるいはカメラ型VTRに適用した構成を示すブロック図である。

【0031】図1において、1はカメラ等の撮影装置に取り付けられた振動ジャイロ等の角速度センサで、角速度検出手段を構成する。2は角速度検出手段1から出力される角速度信号の直流成分を遮断するDCカットフィルタ(あるいは、任意の帯域で信号を遮断するハイパス・フィルタ(以下、HPFと称す))、3は角速度信号を適当な感度が増幅するアンプである。

【0032】20はアンプ3より出力された角速度信号を入力して、後述のふれ補正ブロック30の内部構成はソフトウエアによって実現されるが、本実施例においては、本発明を構成する手段及び機能を明瞭とするため、各機能ごとにブロックで示すこととする。

【0033】したがって、マイコン20内の各種ブロック以外の領域は、図示した各種ブロックと各種データ及び指令の通信及び制御を行い、システム全体を総合的に統括し制御するシステムコントロール部を示すものである。

【0034】マイコン20内において、201はアンプ3より出力された角速度信号をデジタル信号に変換するA/D変換器、202は任意の帯域で特性を可変する機

能を有するとともに位相補償の可能なHFFで、ぶれとして検出する周波数成分を通過させる。

【0035】203は角速度信号を積分してぶれ補正量に相当する角変位信号に変換するための積分手段(積分器)、204は積分手段6の出力側に配され、角速度信号を積分して角変位信号に変換してぶれ補正量を演算する系の位相及び利得を補正する位相/利得補正手段を構成する。

【0036】尚、位相/利得補正手段(回路)204内には不図示のD/A変換器を備えており、アナログ出力に変換して出力することができる。そしてこのD/Aの出力にリミッタをかけてぶれ補正用のコントロール信号の振幅を制限することにより、後述の可変角プリズムVAPの駆動範囲を制限して温度、経時変化等機械的なオフセットを補正し、また双眼鏡の実施例においては、左右のぶれ補正手段のバランス調節を行うことができる。このような駆動範囲補正も制御データ線Cを介して行うことができる。

【0037】30はマイコン20内の位相/利得補正手段204より出力された、角変位信号に基づいて、そのぶれによる画像の動きを補正するぶれ補正ブロックを示し、その内部には、画像ぶれを補正する素子、機構及びこれを駆動するアクチュエータ等からなる画像補正手段5と、この画像補正手段5を駆動するための駆動手段としての駆動回路4が設けられている。

【0038】画像補正手段は、駆動回路4の出力にしたがつてぶれによる画像の動きを補正するための駆動用アクチュエータを含む可変角プリズム5が設けられており、これによつてぶれによる動きを打ち消す方向に光軸を変位させることによつてぶれによる画像の動きを補正するものである。

【0039】ここで再びマイコン20内の構成について説明すると、205はパンニング、チルトリング及び撮影状態を判別するパン/チルト判別手段(回路)、206は角速度信号よりぶれの周波数及び振幅を検出する周波数/振幅検知手段(回路)である。

【0040】このパン/チルト判別手段205は、HFF202からの角速度信号と、積分手段(積分器)203から出力された角変位信号を入力し、たとえば角速度信号が一定で、角変位信号が一定の方向に単調増加あるいは減少している場合に、パンニングあるいはチルトリングを判別することができる。

【0041】またこの判別の際、同時に周波数/振幅検知手段206によつて角速度信号及び角変位信号の振幅及び周波数が検出され、ぶれ周波数が低く、振幅が一方に増加あるいは減少している場合に、パンニングあるいはチルトリングを判別することができ、この情報はパン/チルト判別手段205へと供給される。

【0042】そしてパン/チルト判別手段205及び周波数/振幅検知手段206によつてパンニング、チル

ティングが検出された場合には、積分手段の積分特性すなわち低域のカットオフ周波数を高域側にシフトして低域のぶれ補正機能を低下させ、パンニング及びチルトリング動作時の動き補正を低下させ、可変角プリズムの片寄りを防止する。

【0043】また周波数/振幅検知手段206によつてぶれの周波数を検出することにより、積分手段203の周波数特性をぶれの中心周波数に設定することにより、ぶれ周波数が変化しても、そのぶれ周波数に対して最大のぶれ補正効果が得られるように動作させることができ、ぶれの状態に対して最適ぶれ補正制御を行うことができる。

【0044】また周波数/振幅検知手段206によつて検出されたぶれの周波数及び振幅の情報は、位相/利得補正手段204へと供給され、ぶれ周波数及び振幅に応じて制御系の積分特性の周波数特性を変化させた際の位相及び利得の補償を同時に実行しているの、常に制御系の安定性を保つことができ、いかなるぶれに対しても高い補正能力を実現できるとともに、高精度かつ安定で信頼性の高いシステムを実現することができる。

【0045】このように、マイコン20内では、A/D変換器201で、角速度信号(アンプ3出力)をデジタル値に変換し、積分手段203において、角変位信号に変換する。

【0046】またパン/チルト判別手段205はA/D変換器201後の角速度信号と積分手段203の出力する角変位信号を用いたパン/チルト及び撮影状態の判別手段を構成し、その判断結果に基づき、積分手段203の周波数特性を上述のようにパンニング/チルト時に高域側にシフトするように変更し、可変角プリズムのパンニング(チルトリング)方向と逆方向の端へのつき当たりを防止し、パンニング中でも高域側でのぶれ補正を可能とする。

【0047】したがって、ここでの積分手段203としては、低周波数域の遮断特性を有したものを想定している。

【0048】また周波数/振幅検知手段206は、角速度信号(A/D変換器201の出力)と角変位信号(積分手段203の出力)を入力とした周波数および振幅検出手段であり、その検出周波数、検出振幅により、位相/利得補正手段204において補正が行われる。

【0049】その補正が施された角変位信号が位相/利得補正手段204内の不図示のD/A変換器によりアナログ値に変換され、あるいは、PWM等のパルス出力としてマイコン20から出力され、ぶれ補正ブロック30内の駆動回路4へと供給され、VAPからなる画像補正手段5が駆動される。これによつてぶれが抑制され、安定した画像を得ることができる。

【0050】尚、上記位相及び利得の補正を、位相/利得補正手段204で行わずに、図1に点線で示すよう

に、HPF2の周波数特性を可変して行うこともできる。

【0051】また7はぶれ補正機能の動作、非動作を選択するI/Sスイッチで、そのON/OFF状態は、データ線T1によってマイコン20内に取り込まれる。

【0052】また電源ONはpower on信号となつてデータ線T5よりマイコン20内に取り込まれる。

【0053】また8はバッテリーの残量をチェックするバッテリーチェック動作を行うバッテリーチェックスイッチで、その操作状態はデータ線T2によってマイコン20内に読み込まれる。

【0054】また9は後述する本発明の特徴部分であるキャリブレーション動作を行うためのキャリブレーションスイッチで、データ線T3によってマイコン20内に読み込まれる。

【0055】また10は、操作者（観察者）の眼が本発明のビデオカメラの接眼部に近づいたことを検出して装置を動作状態にするための観察者検知手段である。この検知手段は、図12に示すように、たとえばビデオカメラあるいは双眼鏡等の接眼部130に投受光センサ131を設け、赤外線を操作者の眼球EYEに照射し、その反射光から眼球が近づいたことを知ることによる構成が用いられ、近年カメラのオートフォーカス用の測距領域等の設定に用いられている視線検出装置によつて実現することができる。またこの検知手段の状態はデータ線T4によってマイコン20内に読み込まれる。

【0056】そしてI/SスイッチのOFF→ONへの変更時、あるいは電源投入時等に、HPF2（あるいはHPF202）、積分回路203の特性（遮断周波数）を可変制御する。

【0057】また、これらは、後述の記憶手段としてのEEPROM6を用いて、可変頂角プリズム等の個体差を吸収するため、任意の設定を行ったり、補正関数を変更する事も可能である。

【0058】ここで、補正ブロック30内の画像補正手段として用いられている光学的に光軸方向を変位させてぶれを相殺するVAPすなわち可変頂角プリズムについて説明する。

【0059】画像補正手段としてVAPを使用した場合の構成例を図5に示す。これはプリズムの駆動にボイスコイル型のモーターを使用し、プリズムの角変位をエンコーダにより検出して帰還をかける閉ループ制御の構成としたものである。

【0060】図8に示すように、VAPは、対向した2枚の透明平行板106a、106bの間に透明な高屈折率（屈折率n）の弾性体または不活性液体117を挟持し、その外周を樹脂フィルム等の封止材116にて弾力的に封止して成り、透明平行板106a、106bが揺動可能に構成されている。

【0061】図9は、図8の可変頂角プリズム106の

一方の透明平行板106aを揺動軸101（111）の回りに角度 α だけ回動させたときの入射光束119の通過状態を示した図であり、同図に示すように、光軸343に沿って入射してきた光束119は楔形プリズムと同じ原理により、角度 $\phi = (n-1)\alpha$ だけ偏向されて出射する。即ち、光軸118は118aで示すように、角度 ϕ だけ偏心（偏向）される。

【0062】図11の説明に戻るのと、以上、述べてきたVAP106を保持枠107を介して101、111を軸として回動し得るよう、鏡筒102に固定している。

【0063】113はヨーク、115はマグネット、112はコイルであり、コイル112に電流を流すことにより111を中心としてVAPの頂角を可変し得る、ボイスコイル型のアクチュエータとなっている。110はスリットであり、回転軸111と同一に動く。

【0064】108は発光ダイオード、109はPSD（Position Sensing Detector）であり、110のスリットと合わせて、VAP頂角の角変位を検出するエンコーダを構成している。そして、VAP106によって入射角度が変えられた光束は103のレンズによって104のCCD面上に結像する。なお、105はもう片軸の中心軸を示している。

【0065】これらを用いた基本的な制御系の例を図6にブロック図で示す。

【0066】121はアンプ、122はドライバー、123はアクチュエータ、124はVAP、125はVAPの頂角を検出する角変位エンコーダであり、ぶれ補正用のコントロール信号120と角変位エンコーダ125からの出力信号とが加算器126で逆極性で加算される。

【0067】したがって、コントロール信号120と角変位エンコーダ125の出力信号とが等しくなるように制御が働くので、結果としてコントロール信号120がエンコーダ125の出力と一致するように作用する。

【0068】しかしながら、実際は、図5、図6に示すVAPユニット（速度フィードバック補償無し）の周波数特性は、図10に示す程度のものであり、光軸をそれぞれ0.03deg偏光する場合と、0.1deg偏光する場合とでは、その周波数特性（利得、位相）が大きく異なってしまう（図にはないが低周波数帯域ではほぼ同一の応答を見せる）。

【0069】すなわち、10Hzでは、0.1deg偏光時に対し、0.03deg偏光時の位相が7deg遅れてしまっている。

【0070】これは軸摩擦の影響、VAP素子の出来に起因するもので、機械的改良等により解決されるのが好ましいことではある。

【0071】しかし、上記によりぶれ補正性能上無視できないほどの応答性の劣化が生じてしまうので、制御上の対策として、後述の図7のフローチャートで示すよう

に、ぶれ振幅に応じて適当な利得を設定し、機器に加わる周期的ぶれの振幅により利得を変更する手段を用いている。

【0072】このような手法を駆使することにより、このように光軸の偏角を機械的駆動により行う機構を持つぶれ補正装置と現状の振動ジャイロの特性を起因として、比較的不得意とする10Hz以上のぶれでも、良好な補正が可能となっている。

【0073】実際には、位相進み補正の補正值により、どのあたりの周波数に当てるかで補正効果は異なってくる(10Hzに最適化可能である)が、手ぶれ補正を主体に考えると(周波数適応制御を行わない場合)、10Hz以上の周波数に対する補正効果は低下してしまう。

【0074】ここで、上記のVAPを画像補正手段として用いた本実施例の制御系を、以下に説明すると、図1のHPF202、積分手段203、位相/利得補正手段204は、その特性をマイコン20内において実現するためには、デジタル・フィルタを用いれば良く、この様なデジタルフィルタには、例えば、図11に示す1次IIRフィルタを使用するならば、

$$u_0 = a_0 \cdot w_0 + a_1 \cdot w_1$$

$$w_0 = e_0 + a_2 \cdot w_1$$

$$w_1 = w_0 \quad (w_1 \text{は状態変数})$$

e_0 : 入力

u_0 : 出力

a_0, a_1, b_1 : フィルタ係数

の演算により実現でき、フィルタ係数 a_0, a_1, a_2 を変換することにより、周波数特性を設定できるので、対応したフィルタ係数 a_0, a_1, a_2 のデータをテーブルとして用意し、そのテーブルを検索して得られるフィルタ係数で上記の1次IIRフィルタの演算を行えばよい。

【0075】そして、HPF202、積分手段203、位相/利得補正手段204は、ここではデジタルフィルタ等を使用して実現するので、サンプリング時間が比較的高くなければならない(例えば1kHz以上)が、パン/チルト及び撮影状態の判別を行うパン/チルト判別手段205、周波数/振幅検知手段206は比較的遅い周期(例えば100Hz)の処理に設定すれば良い。

【0076】次に、この回路構成におけるマイコン20の処理動作について、図7(a)、(b)のフローチャートにより説明する。

【0077】まず、図7(a)は、VAP等の画像補正手段を駆動制御するぶれ角変位信号演算に関するフローチャートである。

【0078】ステップS100で処理を開始する。

【0079】ステップS101でHPF202、アンプ3を介して角速度検出手段1を構成する角速度センサからの角速度信号をA/D変換器201によってデジタル信号に変換してマイコン20内部に取り込み、ストアする。

【0080】ステップS102でHPF202の演算係

数(図11の各フィルタ係数に相当する)を不図示のROMよりロードする。

【0081】ステップS103でステップS101の入力角速度信号に対してHPF演算を施し、直流成分、オフセット成分を除去する。

【0082】ステップS104で積分手段203の積分演算係数を不図示のROMより読み出してロードし、積分手段203の特性を設定する。

【0083】ステップS105では、ステップS103でHPF演算の施された角速度信号を積分回路203で上記積分係数による積分演算を行い、角変位信号に変換する。

【0084】この際、前述したように、周波数/振幅検知手段206によって検出したぶれ周波数及び振幅に応じたぶれ補正特性を積分手段203に持たせることができ、ぶれ周波数に応じた最適のぶれ補正信号を得ることができる。

【0085】ステップS106でステップS104で求められた角変位信号をストアする。

【0086】ステップS107で位相/利得補正手段204の位相及び利得補正係数をロードし、位相/利得補正手段204の補正特性を決定し、制御系の特性に最適な位相/利得補正を行う。

【0087】ステップS108でステップS105で得られた角変位信号に、振動周波数・振幅、撮影状態の判断に応じた補正演算を施し、ぶれ補正用のコントロール信号を生成する。

【0088】具体的には、ぶれの中心周波数を検出してその周波数にぶれ補正手段のぶれ抑制力の周波数特性を合わせる。これによってそのぶれ周波数に対して効果的にぶれ補正を行うことができる。

【0089】ステップS109では、ステップS108で得られたコントロール信号を、位相/利得補正回路内のD/A変換器(不図示)によりアナログ値に変換し、あるいは、PWM等のパルス出力(不図示)としてマイコン20より出力する。

【0090】ステップS110では、後述の図10(b)の処理において用いられる、振動周波数及び振幅検出等の演算に使用する角速度信号に、ノイズが大きい場合に、そのノイズを除去するために、角速度信号にLPF演算を施す。

【0091】ステップS111では、ステップS110で求めた角速度信号をストアし、次の動作に備える。

【0092】ステップS112は、処理の終了を示すものである。

【0093】次に、パン/チルト判別回路205及び周波数/振幅検知手段206による振動周波数・振幅検出、パン/チルト及び撮影状態の検知、各演算係数の設定等に関する処理を、図7(b)のフローチャートに示す。

【0094】ステップS113で、処理を開始する。

【0095】ステップS114では、図7(a)のステップS111でストアされた角速度信号をロードする。

【0096】ステップS115では、ステップS106でストアされた角変位信号を読み出してロードする。なお、ステップS114、S115の順序は逆でもよい。

【0097】ステップS116では、ステップS114、S115の角速度信号、角変位信号を入力として、機器に加わっているぶれ中心周波数及び振幅を検出する。

【0098】ぶれ振幅は、サーボ機構で駆動されるVAP等の画像補正装置で、微小な振幅でサーボ特性が低下(追従振幅の減少すなわち不感帯内で追従できなくなる)したときの補正処理などに有効である。

【0099】例えば、サーボ機構により制御されるVAPを用いたぶれ補正装置では、機械的構造、軸摩擦等により比較的微小なぶれ(例えば0.03deg以下)に対し、ぶれ補正性能上無視できないほどの応答性の劣化が生じてしまうので、ぶれ振幅に応じて適当な利得を設定し、機器に加わる周期的ぶれの振幅により利得を変更する手段を用いている。

【0100】ステップS117では、ステップS114、S115の角速度信号、角変位信号、ステップS116で検出したぶれ中心周波数及び振幅を入力として、パン/チルト及び撮影状態の判断を行う。

【0101】ステップS118では、パン/チルト及び撮影状態の判断結果から、HPF演算係数及び積分手段の積分演算係数の設定を行う。すなわちパン/チルト状態であった場合には、積分手段の低域カットオフ周波数を高域側にシフトし、低域の低域に対する積分を抑制する。これによって直流分を含む超低域の振動(バンキング/チルティング)に対する補正が行われなくなり、VAPの端へのつき当たりが防止される。

【0102】また、ステップS116で求められたぶれ中心周波数、振幅により、周波数補正係数を設定する。

【0103】以上の処理を行って、ステップS119で一連の処理を終了する。

【0104】なお、これらのパン/チルト及び撮影(観察)状態に応じた係数は経験上求められ、予め用意されたデータ・テーブルを検索する。これに対して、周波数補正係数は予め周波数毎に設定されたデータテーブルより検索される。そして図11で示すようなマイコン20ないに形成されたデジタルフィルタの係数を変更して周波数特性を変更する。

【0105】しかしながら、上述のように、ぶれ補正ブロック30内において、画像補正手段5としての可変頂角プリズムを駆動するアクチュエータとしては、ボイスコイルモータ等を使ったサーボ機構により駆動される頂角プリズム(光学的駆動手段)では、コントロール信号への追従性を向上させるために、サーボ制御の手法であ

る位相進み遅れ補償、速度フィードバック補償とループゲインの変更を用いて周波数特性の向上(追従性の向上)が図られているが、機械的構造、軸摩擦等により比較的微小なぶれ(例えば0.03deg以下)に対し、ぶれ補正性能上無視できないほどの応答性の劣化が生じてしまう。

【0106】そこで、ぶれ振幅に応じて適当な利得を設定し、機器に加わる周期的ぶれの振幅により利得を変更している。

【0107】しかしながら、上述のように、温度や経時変化に起因した、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化により、比較的微小なぶれ(例えば0.03deg以下)に対し、性能上無視できないほどの応答(追従)性の劣化が生じてしまう場合があるとともに、VAP間のばらつきも大きい。

【0108】またサーボ機構により制御されるVAPを用いたぶれ補正装置においては、その制御上の中心位置が、温度、経時劣化等の負荷変動によりずれてしまうこともあり、またVAPの駆動限界範囲が、温度、経時による素子の変化、バッテリーの消耗によって変動してしまう。

【0109】また光軸調整時のばらつきが大きいため、1チップマイクロコンピュータからの出力信号のオフセットによる調整のみでは、吸収されない場合がある。

【0110】これらの多くの問題を解決するために、本発明の実施例によれば、以下に示すような、ぶれ補正特性測定機能、キャリブレーション機能を導入している。

【0111】このキャリブレーション機能は、マイコン20内に設けられたキャリブレーションブロック207によって実現され、このキャリブレーションブロック207は、ぶれ補正ブロック30内の駆動回路4と制御及びデータバスBによって接続されて双方向に通信可能に構成されており、駆動回路4へと画像補正手段5内の可変頂角プリズムを任意の周波数及び振幅の基準駆動信号で強制的に駆動するなどのテスト信号を供給し、その応答特性を受信して可変頂角プリズムのばらつき、経年変化、各種特性のずれを補正する動作を行うものである。

【0112】またキャリブレーションブロック207はVAPの応答特性を検出して、制御系の周波数特性(利得、位相)を補正するため、位相/利得補正手段204の周波数特性を変更する手段を有しており、その制御指令は、バスBから分岐して位相/利得補正手段204へと接続される制御データ線Cによって供給される。これによってVAPの位相遅れ、利得の誤差が補正される。

【0113】またISスイッチ9、バッテリーチェックスイッチ8、キャリブレーションスイッチ9、撮影者検知手段10の操作状態を示すデータ線T1～T5は、キャリブレーションブロック207へと供給されており、これらの信号に応じてキャリブレーション動作を行うことが可能である。

15

【0114】またいずれのスイッチに応じてキャリブレーションを行うかは、自由に設定することができる。詳細は後述する。

【0115】キャリブレーションブロックは、VAPを任意の周波数及び振幅で駆動し、基準駆動信号に対する応答振幅及び位相ずれを検出し、その応答振幅及び位相ずれに応じ、制御データ線Cを用いて補正係数を位相及び利得補正手段204へ送信し、その周波数特性を変更し、利得、位相ずれを補正する。

【0116】この基準駆動信号は、予めマイコン内蔵ROMに波形を書き込んでおき、測定時に読み出して使用し、同じく内蔵のA/D変換器を使って応答波形を取り込み、基準信号との比較により周波数特性を求めれば良い。よって、キャリブレーション機能の追加による素子の増加を伴うことは無い。

【0117】尚、図1から明らかなように、ぶれ検出系及びぶれ補正系は、YAW方向と、PITCH方向の2系統が設けられており、それぞれ独立してぶれを検出し、補正する動作を行うが、補正するぶれ方向が異なるだけで、その制御系の構成自体は全く同一でよい。

【0118】したがって、本実施例では、YAW方向のぶれ補正系についてのみ説明し、PITCH方向については、YAW方向の構成に対応させて各構成要素に符号を付し、符号にダッシュ「'」をつけて図示し、説明は省略する。

【0119】またYAW方向とPITCH方向とで、画像補正手段を別個に設けているが、VAP等のぶれ補正手段はもちろん共通のもので、各ぶれ補正方向に対し、VAP駆動用のアクチュエータが別個に設けられていることは言うまでもない。

【0120】またさらに図13、図14に示すような双眼鏡に本発明を適用した場合には、VAPを含むぶれ補正系を左右で2系統備えているため、図1のYAW方向、PITCH方向いおけるぶれ補正系がもう1組設けられているが、構成自体は同一であるため、図示及び説明を省略し、図18にその概略のみ図示し、後述する。

【0121】また図1において、208は通常のぶれ補正動作を行う場合には、位相/利得補正手段204の出力をぶれ補正ブロック30へと供給し、後述のキャリブレーション動作を行う場合は、キャリブレーションブロック207より出力される駆動波形をぶれ補正ブロック30へと供給すべく、バスBをぶれ補正ブロックに接続するよう、各種制御及びデータ線を用いて切替ブロックである。この切替ブロック28がぶれ補正ブロック30に対する入出力ポートとなる。

【0122】図2に、特性測定、キャリブレーション動作を行うキャリブレーションブロック207及びぶれ補正ブロック30内の駆動回路4の内部構成及び接続関係をブロック図で示す。

【0123】キャリブレーションブロック207内の構

16

成について見ると、ROM207aには予めテスト用のVAP駆動波形が記憶されており、駆動信号発生回路207bは、ROM207aよりVAP駆動波形を読み出して、所定の周波数及び振幅のVAP駆動波形をバスBを介して駆動回路4へと出力する。またこのテスト用VAP駆動波形は後述のオフセット補正回路207cにも供給される。

【0124】207cは駆動信号発生回路207bによって発生されたテスト用VAP駆動波形に対するVAPの実際の応答特性を検出する周波数特性検出手段と、VAP駆動波形とその応答特性とを比較してその制御系の位相、周波数のずれ、VAPの光軸中心のずれ、VAPの駆動範囲のずれ等を検出し、これらのオフセットを補正するオフセット補正手段からなるオフセット補正回路である。

【0125】またオフセット補正回路207cは、VAPの駆動系の周波数、位相特性を検出した結果をEEPROM6に記憶し、またその記憶した特性すなわちオフセット情報を次の使用の際に読み出して、VAP駆動回路の特性を補正し、常にVAPが最適な特性で駆動されるように制御する。

【0126】またオフセット補正回路207cは、テスト用VAP駆動信号と、これに対する実際のVAPの応答信号を角変位エンコーダ4eより読み込み、図3で見て振動波形の中心が0レベルからオフセットしていた場合には、テスト用VAP駆動信号とVAPの応答波形の振動の中心となる基準レベル(0レベル)が等しくなるように、テスト用VAP駆動信号のレベルをシフトさせるよう、そのオフセット量の情報を駆動信号発生手段207bへと供給する。

【0127】これによって、図3において、テスト用VAP駆動波形と応答波形との位相遅れを正確に検知することができる。

【0128】このEEPROM6内の記憶値は、キャリブレーション動作を行う度に更新されるため、経時変化や温度変化等の環境変化に際しても最適な駆動状態を得ることができる。また製造時から変化しない情報は、変更を要しない。

【0129】一方、駆動回路4内の構成について見ると、4aは位相補償回路、4bはアンプ、4cは画像補正手段5としてのVAPを駆動するためのドライバである。

【0130】4dはVAPの角速度を検出する角速度エンコーダであり、この角速度を図の様にアンプ4の入力側に加算器4hによってフィードバックすることで速度フィードバック補償を行っている。

【0131】4eは画像補正手段5としてのVAPの移動量を検出する角変位エンコーダであり、図のように位相遅れ進み補償回路4aの入力側にフィードバックし、変位ループが構成されている。

【0132】この角変位エンコーダ4eの出力値のオフセット調整、D/A変換器25により角変位エンコーダ4eにバイアスを与えることにより、VAPの頂角変位を変更し、光軸ずれを補正することができる。

【0133】また角変位エンコーダ4eの出力は、キャリブレーションブロック207内のオフセット補正回路207cへと供給され、角変位エンコーダ4eから供給された信号と、VAPの駆動波形とを比較し、駆動回路4を含むVAPの周波数特性を演算し、かつ光軸のオフセットを補正する。この光軸補正はD/A変換器4fを介して角変位エンコーダ4eにバイアスを与えることによつて頂角を可変して行う。EEPROM6はこれらの調整値すなわちオフセット情報を記憶する。

【0134】図3に位相遅れの測定方法の一例を示す。まずキャリブレーションブロック207より出力されるテスト用のVAP駆動波形（疑似ぶれ信号）に対するVAP応答波形のオフセットをキャンセルする。

【0135】図3に示すように、疑似ぶれ信号及びVAP応答波形各々の中心値とクロスするタイミングの時間差 t_n を測定し、設定期間Tでの平均により算出する。

【0136】また、特性測定、キャリブレーションを行うタイミングとしては、単独で専用スイッチ（キャリブレーションスイッチ9）を設け、任意の時刻にキャリブレーションを行うようにすることで、観察者検知手段10のように、図12に示すような授受光センサ131で眼球EYEの反射を検出して撮像動作が行われようとしていることを検出する視線検知手段等を使用して観察者が覗いているか否かを判断し、観察者が覗かずに、ISスイッチ7、バッテリーチャージスイッチ8が押された場合に、キャリブレーションを開始し、該応答振幅及び位相ずれの検出を行うことが考えられる。

【0137】すなわち観察者が撮影している被写体を見ている状態ではキャリブレーションは行わず、観察者が見ていないときに行うようにすることにより、不自然な画像を見ることを防止している。

【0138】次に、この実施例における特性測定、キャリブレーション動作時のマイコン20の処理について、図2のフローチャートにより説明する。これはキャリブレーション用に専用のON/OFFスイッチ（キャリブレーションスイッチ9）を用いずにキャリブレーションを行っている例である。

【0139】ステップ200で処理を開始する。

【0140】ステップ201では、ISスイッチ7の状態が検出され、ONであれば次のステップ202へ進む。

【0141】ステップ202では、観察者検知手段（接眼部センサ）10により、操作者（観察者）によりフアイндаの観察が行われているか否かを判断し、観察が行われていれば、ステップ211に示す通常のぶれ補正動作ルーチンに移行する。観察が行われていなければ、

ステップ203へ移行して、キャリブレーション動作が実行される。

【0142】ここで、誤操作等により、ある一定時間内に何回もキャリブレーション動作を行わないように、2回目以降はステップ203へ移行せずに、ステップ201へと復帰するように構成してもよい。

【0143】ステップ203では、マイコン20内のキャリブレーションブロック207より、VAPの光軸が撮像系の光軸と一致するようなVAPセンサ基準保持信号を出力する。初期調整では、この時VAPの偏光が光学中心となっているが、図5に示すような、サーボ機構により制御されるVAPでは、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化等を主要因として、実際には制御位置がずれてしまう。

【0144】これによりVAPをその光軸中心に位置させるセンサ基準位置保持信号を加えた場合、光束が光学中心から偏光した状態となる。

【0145】ステップ204は、光学偏光のオフセット補正を行う処理である。すなわち、上記の現象に対応するため、頂角センサの出力が、初期調整で得た光学中心位置の記憶値となるように、VAPセンサ基準保持信号にオフセットを加え補正する。この補正オフセット値をEEPROM6等に記憶する。

【0146】ステップ205では、マイコン20内のキャリブレーションブロック207より疑似駆動波形を出力する。

【0147】この時、疑似駆動波形をキャリブレーションブロック207内のROM207a上に記憶しておくことにより、種々の駆動波形（振幅、周波数）を設定可能である。

【0148】ステップ206では、VAPの頂角変位を検出する角変位エンコーダ4eから出力された角変位信号をバスBを介してA/D変換器（オフセット補正回路207eに内蔵）によりオフセット補正回路207e内部に取り込む。

【0149】ステップ207では、駆動波形発生回路207bより供給したVAP駆動波形（疑似駆動波形）と、これに対するVAPの応答波形とを比較し、図3で説明したように、応答特性のずれ、すなわち利得及び位相遅れを求める。

【0150】ステップ208では、ステップ207で検出されたVAPの応答特性すなわち周波数特性を演算し、その演算結果から、最適な補正パラメータ（周波数特性補正係数）を予め用意された複数の周波数補正係数を格納したデータテーブルより選び出す。

【0151】ステップ209では、その周波数補正係数をEEPROM6等に記憶する。すなわち通常のぶれ補正動作のルーチンにおいては、前記EEPROM6内に記憶された補正パラメータ（データテーブル）を用いて制御され、機械的誤差、素子自体の経時変化があつて

も、その誤差を補正して最適な特性で動作させることができる。

【0152】ステップ210でキャリブレーション動作を終了し、処理を終わる。

【0153】上述のキャリブレーション動作において、VAP駆動波形（疑似駆動波形）の測定周波数及び振幅は任意に設定可能であるが、特性を認識するのに代表的な周波数、振幅にしたがつて、1、2点測定すれば良い。例えば、図10に示す程度の特性であれば、10Hz、 $\pm 0.1 \text{ deg}$ での測定により補正パラメータを選べば良いであろう。

【0154】以上の構成により、温度、経時変化による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化に対応した、最適なぶれ補正（適応制御）が可能となる。

【0155】（第2の実施例）以上は、主に周波数特性に関するキャリブレーション手段であるが、この他、駆動範囲に対するキャリブレーションも有効である。

【0156】すなわちVAP素子等の、温度、経時劣化により、駆動範囲（偏光可能範囲）が初期状態と比べ、狭まってしまう場合があるからである。これは、VAPユニットを単一で使用する場合には、ぶれ補正範囲の低下が主問題となるが、特に以下に示すような複数組のVAPユニットを使用する双眼鏡では、左右の光学系の間で観察視野の違い等を引き起こし、観察者に不快感を与えかねなくなる。

【0157】まず独立した2組以上の画像補正手段を有する光学機器の一例として、図13に、左右独立した2組の可変角プリズムユニットを内蔵した双眼鏡の斜視図を示す。

【0158】同図において、400は双眼鏡本体、401L、401Rは対物レンズユニット、402L、402Rは双眼鏡本体400に設けられた一対の接眼プリズムユニット本体である。

【0159】また、対物レンズユニット401L、401Rとの間には視度・フォーカス調整機構403が設けられている。

【0160】また404はフォーカス調整リング、405は視度調整リングである。

【0161】そして、双眼鏡本体200には垂直方向のぶれを検出するぶれ検出センサ、水平方向のぶれを検出する検出センサが固定されている。

【0162】また、7はぶれ補正の動作・非動作を操作する補正操作スイッチであり、例えば、押圧により操作される。

【0163】ここで、ぶれ補正装置の双眼鏡への配置例について図14に示す。301はフォーカスレンズを含む対物レンズ群、302LはVAPユニット、303は正立プリズム、304は接眼レンズ群、306は制御回路基板、305はぶれ補正装置に電力を供給するバッテリーである。

【0164】VAPユニット302L、302Rはレイアウト上、機械構造的に、対称に配置されている。つまり、構造的に、左右の慣性力が異なってしまう場合がある。

【0165】以下にマイコン20によるキャリブレーション動作を説明するが、本実施例は、双眼鏡であり、図1に示すようなYAW、PITCH方向のぶれ補正ブロックを左右2組備えている。

【0166】したがって、前述の第1の実施例に示すようなぶれ補正系が単独（VAP単体のキャリブレーション）の場合だけでなく、左右のぶれ補正系のバランス調節が重要である。

【0167】図1では、単一のぶれ検出補正系しか記載していないが、マイコン20内には、図1に示す単一のぶれ検出補正系がもう1系統設けられており、それぞれ双眼鏡の左右のぶれ検出補正系を構成している。そしてこの左右のバランス調節もマイコン20によつて行われる。

【0168】図18は双眼鏡のぶれ検出補正系の概念を示すブロック図である。同図において、右側光学系について見ると、1R、1R'はそれぞれYAW、PITCH方向の角速度検出手段、30R、30R'はそれぞれYAW、PITCH方向のぶれ補正ブロックで、右側VAPに接続されている。

【0169】またマイコン20内では、それぞれYAW、PITCH方向の積分手段203R、203R'、それぞれYAW、PITCH方向の位相/利得補正手段204R、204R'が設けられている。

【0170】また左側光学系について見ると、YAW、PITCH方向の角速度検出手段1L、1L'は、右側光学系の角速度検出手段1R、1R'と兼用されている。これによつて左右の光学系に対し、左右でばつこことなく同じ角速度信号を供給することができる。30L、30L'はそれぞれYAW、PITCH方向のぶれ補正ブロックで、左側VAPに接続されている。

【0171】またマイコン20内では、それぞれYAW、PITCH方向の積分手段203L、203L'、それぞれYAW、PITCH方向の位相/利得補正手段204L、204L'が設けられている。

【0172】またキャリブレーションブロック207はそれぞれ、右側ぶれ補正系のYAW、PITCH方向のキャリブレーション及び左側ぶれ補正系のYAW、PITCH方向のキャリブレーションを行い、これらの各キャリブレーション動作におけるテスト用駆動信号及び通常ぶれ補正動作時における位相/利得補正手段204R、204R'、204L、204L'の出力はそれぞれ切換ブロック208でその動作モードに応じて適宜切換えられ、ぶれ補正ブロックへと供給される。

【0173】またEEPROM6も、これらの計4系統のオフセット情報を記憶している。

【0174】尚、マイコン 20 は、このように左右の光学系それぞれについて YAW、PITCH 方向の位相及び利得の周波数特性のずれ、駆動範囲の基準値からのずれ、初期位置（基準位置）からのずれ当りなるオフセット情報を検出して、そのオフセット情報の補正を行うことにより、左右のぶれ検出補正系個々の駆動特性の補正及び左右のバランス調整を行うものである。

【0175】以下、本第 2 の実施例における特性測定、キャリブレーション動作時のマイコン上の処理について、図 15 のフローチャートにより説明する。ここでは、電源投入用のスイッチ、キャリブレーションモードを指示するスイッチを有するものとする。

【0176】尚、VAP の制御及び動作系については、図 1、図 4 の回路構成と同様であり、マイコン 20 によって処理が実行される。

【0177】処理をスタートし、ステップ S200 において電源投入がなされると、ステップ S201 へと移行し、観察者検知センサー 10 により、撮影者による観察が行われているか否か、すなわち撮影者がファインダを見ているか否かを判断する。

【0178】そして観察が行われていれば次のステップ S202 へ進み、通常のぶれ補正動作が行われ、ステップ S201 へと戻る。

【0179】ステップ S201 で観察が行われていなければステップ S203 へ進み、キャリブレーションスイッチ 9 の状態を検出し、ON であれば次のステップ S204 へ進み、OFF であればステップ S205 へ進む。

【0180】ステップ S204 では、キャリブレーション終了フラグの状態により、キャリブレーション動作が終了しているか否かの判別が行われ、キャリブレーション動作が終了していれば、ステップ S205 へと移行して、VAP 駆動系の補正動作を停止（VAP をメカ的に固定）し、ステップ S201 へと戻る。これによって無駄に補正動作（VAP 駆動）を行うことがなく節電効果がある。

【0181】またステップ S204 で、キャリブレーション終了フラグが立っておらず、キャリブレーション動作が終了していなければ S206 へ進む。

【0182】ステップ S206 では、マイコン 20 のキャリブレーションブロックより、VAP センター基準保持信号を出力し、上述の第 1 の実施例における図 4 で説明したキャリブレーション動作と同様に、ステップ S207 で、左側の VAP 区同形の光学偏光オフセット補正が行われる。これによって左側 VAP の光軸補正が行われる。

【0183】続いてステップ S208 で、左側と同様に右側の光学偏光オフセット補正が行われる。これによって右側 VAP の光軸補正が行われ、左右の VAP の光軸オフセット補正が完了する。

【0184】ステップ S209 では、マイコン 20 内の

キャリブレーションブロック 207 より VAP 駆動波形（疑似駆動波形）を出力し VAP の可動範囲の確認が行われる。ここでは VAP の可動範囲を確認するためのものである。通常の VAP の可動範囲よりも大きな振幅の信号を出力する。

【0185】ステップ S210 では、VAP 頂角変位を検出する角変位エンコーダ 4e からの角変位信号を A/D 変換器により内部に取り込む。

【0186】ステップ S211 では、駆動波形と応答波形との比較をし、左右の VAP 駆動系各々の可動範囲を測定する。

【0187】ステップ S212 では、ステップ S211 で得られた結果から、VAP の駆動範囲を設定し、左右の VAP の駆動範囲が同じくなるように補正が行われる。尚、この左右の VAP 駆動系それぞれのオフセット補正量は、EEPROM 6 等に記憶され、次のデフォルト値とする。

【0188】尚、この場合の VAP の駆動範囲設定は、図 10 に示すような特性を、左右同一視野の保たれる範囲で行われなければならない。すなわち左右の VAP が同じ特性（駆動限界範囲、初期状態の光軸センターとなる基準位置で、同じ応答特性を有する範囲）で動作するように構成されている。

【0189】VAP の駆動範囲の設定（補正）は、図 1 において、位相/利得補正手段 204、204' に制御データ線 C を用いてオフセット情報を供給し、D/A 変換器にリミッタを設けてダイナミックレンジを制限し、ぶれ補正用コントロール信号の振幅に制限を加えることによって実現される。

【0190】そしてこの左右の VAP の可動範囲の小さい方の VAP の可動範囲よりもさらに小さい範囲に駆動限界範囲を設定する。これによって左右の VAP をバランス良く、さらに可動範囲に余裕を持たせることによって、安定な駆動を行うことができる。

【0191】以上でキャリブレーション動作を終了し、ステップ S213 で、キャリブレーション終了フラグをセットし、ステップ S201 へ戻る。

【0192】実際の適用においては、YAW、PITCH 独立（片方を中心付近に固定）に、左右の駆動範囲を設定すれば効果が得られる。

【0193】このように、本実施例では、温度、経時変化による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化に対応した、最適なぶれ補正（適応制御）が可能となり、特にぶれ補正光学系を複数有する双眼鏡のような光学系において、個々のぶれ補正系のみならず、左右の補正系のバランス調整をも同時に行うことができる。

【0194】（第 3 の実施例）次に、本発明における第 3 の実施例について説明する。

【0195】サーボ機構により制御される VAP ユニットの用いたぶれ補正装置では、温度、経時変化、姿勢差

による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化により、基準位置保持信号を加えた場合の光束の偏光が、期待されるもの（初期状態）に対し、オフセットを持つ。

【0196】これは、単体使用では問題にならないレベルであっても、双眼鏡用として2組で使用する場合には、光軸のズレが観察者に不快感を与え兼ねなくなる。

【0197】そこで、本実施例では、キャリブレーション時はもちろんのこと、特にぶれ補正動作中に、明らかに左右各々の信号がオフセットを生じている場合には、左右の信号が一致するように補正を行うことを可能としたものである。

【0198】つまり、IS動作中、良好な追従性の確保される低周波数域において、ぶれ制御信号に対するVAPの左右各々の頂角センサ出力が、ぶれ制御信号に対し、一定の変位差を保って推移している場合には、オフセットを徐々に変更し補正を行う。

【0199】本実施例においても、VAP制御系の構成自体は、図1、図4と同様であるため、その説明は省略する。

【0200】次に、この実施例におけるマイコンで実行される処理について、図16のフローチャートにより説明する。

【0201】図16のフローチャートの処理は、通常のぶれ補正動作中に実行可能であり、ステップS300は、ぶれ補正動作中であることを示す。

【0202】ステップS301において、オフセット調整ラグの状態により、オフセット調整中であるか否かが判別され、オフセット調整中であれば、ステップS304へと移行して調整動作を行い、調整中でなければステップS302へと移行する。

【0203】ステップS302では、マイコン20よりぶれ補正ブロック30内のVAP駆動回路4へと供給されるぶれ補正を行うためのVAP駆動信号aと角変位エンコーダ4eから出力された頂角変位センサ信号bを比較し、初期状態と比較して、その変位量の差が予め求められている平均的な設定値cより大きければステップS303へ、小さければステップS300へ戻る。

【0204】ステップS303では、オフセット調整ラグをセットし、ステップS304で前記の|a-b|が小さくなるように、オフセット調整を行う。すなわち変位量の差が小さくなるように、所定値だけオフセット出力を変更する（後述するが、オフセット出力の補正には、専用の調整機構を使用する方法和、マイコン20から出力するVAP駆動信号にオフセットを加える方法がある）。

【0205】ステップS305では、VAP駆動信号と頂角センサ信号の変位差が0であるかを調べ、0であれば次のステップS306へ進み、0でなければステップS300へ戻る。

【0206】ステップS306では、オフセット調整フ

ラグをリセットしてオフセット調整を終了し、ステップS300へ戻る。

【0207】サーボ機構により制御されるVAPユニットを用いたぶれ補正装置では、温度、経時変化、姿勢差による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化により、基準位置保持信号を加えた場合の光束の偏光が、期待されるものに対し、オフセットを持つ。

【0208】これは、単体使用では問題にならないレベルであっても、双眼鏡用として2組で使用する場合には、光軸のズレが観察者に不快感を与え兼ねなくなる。

【0209】そこで、本実施例では、キャリブレーション時はもちろん、ぶれ補正動作中に、明らかに左右各々の信号がオフセットを生じている場合に、左右の信号が一致するように補正を行う。これにより、左右光軸の一致した良好な観察が可能となる。特に通常のぶれ補正動作時においてこのオフセット調整を可能としたので、キャリブレーション動作を意識させることなく、操作性が格段に向上するとともに、画像に違和感がなく、常に正確な観察を行うことができる。

【0210】（第4の実施例）以下に本発明の第4の実施例について説明する。図14に示すような2組のVAPユニットを内蔵した双眼鏡では、VAPユニット302L、302Rはレイアウト上、機械構造的に、対称に配置されている。

【0211】つまり、構造的に、左右の慣性力が異なる。また、上述のVAPユニットにおいては、角変位検出素子の取付誤差により、VAPの光軸中心位置に対する角変位検出器の出力がずれてしまうため、このオフセット調整が必要となる。

【0212】ここで、オフセットの調整方法としては、前述のように、初期調整において、マイコンからVAPセンター基準位置保持信号を出力した状態で、VAPを通過した光束が光学中心となるように調整を行う。これは、VAPセンター基準位置保持信号にオフセットを付加する事によっても実現できるが、素子、メカ構造に起因するオフセットのばらつき大きさによって、調整範囲を大きく取らねばならず、ひいてはダイナミックレンジの低下につながってしまう。また、高分解能のD/A変換器を使用すれば良いが、これは高価である。

【0213】そこで、図2に示すように、外付けの安価な、またはワンチップマイコンに内蔵された低分解能D/A変換器25と、VAP駆動信号へのオフセット付加を組み合わせる。

【0214】つまり、安価な低分解能D/A変換器で粗調整を行い、ぶれ制御信号のオフセットにより微調整を行う。

【0215】また、マイコン20で、これら2つの調整手段をコントロールすることにより、調整時には意識しなくともよい。これにより、調整範囲が広く、且つ、高精度のオフセット調整が行えるようになる。

【0216】またVAPの光学偏光位置信号の測定手段は、レーザー等によるVAPの通過光をPSD等でうけて測定する方法がある。

【0217】次に、この実施例におけるマイコン上の処理について、図17のフローチャートにより説明する。

【0218】(オフセット調整) 処理をスタートし、ステップS401で、VAP光学中心位置信号dとVAP光学偏光位置信号e(垂直に入射された光の中心位置からの偏光変位信号)とを比較し、差が0であればステップS402へ、0でなければステップS406へ進む。

【0219】ステップS402では、安価な低分解能D/A変換器により粗調整を行う。すなわち図2のD/A変換器4fによつて角変位エンコーダ4eの値に所定のバイアスをかけ、大まかなVAPの基準位置調整を行う。

【0220】ステップS403では、VAP光学中心位置信号dとVAP光学偏光位置信号eの差が所定値f以下であれば、ステップS404へ進む。ここで、fは低分解能D/A変換器の調整限界値に設定された値である。

【0221】ステップS404では、マイコン20からVAP駆動回路4へと供給されるVAP制御信号へのオフセット付加による微調整を行う。ここで微調整は位相/利得補正手段204よりぶれ補正ブロック30へと供給されるぶれ補正用のコントロール信号のレベルを微調整することによって高精度に行われる。

【0222】ステップS405では、VAP光学中心位置信号dとVAP光学偏光位置信号e(垂直に入射された光の中心位置からの偏光変位信号)とを比較し、両者の差 $|d-e|$ が0であればステップS406へ進んでオフセット調整動作を終了し、ステップS405で0でなければステップS404へと戻る。ステップS406は、調整動作の終了を意味する。

【0223】ここでは、一軸の調整しか述べていないが、図14に示す双眼鏡では、左右、YAW、PITCHの合わせて4軸の調整が必要である。

【0224】サーボ機構により制御されるVAPユニットを用いたぶれ補正装置では、温度、経時変化、姿勢差による、軸摩擦、素子の変形等の機械的劣化により、基準位置保持信号を加えた場合の光束の偏光が期待されるものに対し、オフセットを持つ。単体では問題にならないレベルであるが、双眼鏡用として2組で使用する場合には、光軸のズレが観察者に不快感を与え兼ねなくなる。

【0225】そこで、本実施例では、キヤリブレーション時、あるいは、ぶれ補正動作中に、明らかに左右各々の信号がオフセットを生じている場合に、左右の信号が一致するように補正を行う。これにより、左右光軸の一致した良好な観察が可能となる。

【0226】

【発明の効果】以上述べたように、本願の請求項1、2に記載の発明によれば、ぶれを検出するぶれ検出手段と、前記ぶれ検出手段の出力に基づいて、ぶれによる画像の動きを補正する動き補正手段と、所定の駆動信号に対する前記動き補正手段の応答特性を検出し、その検出結果に基づいて前記動き補正手段の駆動特性を補正する制御手段とを備えることにより、ぶれ補正手段の応答特性が検出され、理想的な周波数特性に対する実際の応答特性のずれが補正され、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的誤差に起因する特性変化を補正することができ、個体差のない最適特性を得ることができる。

【0227】また光軸の偏光を機械的駆動により行うぶれ補正装置が比較的不得意とする10Hz以上でも、より良好な補正が可能となる。

【0228】また本願の請求項3に記載の発明によれば、動き補正手段の応答振幅及び位相ずれを検出し、この応答振幅及び位相ずれに応じて、前記動き検出手段及び前記動き補正手段からなる制御系の伝達の利得及び位相ずれを補正したので、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的誤差に起因する周波数特性変化を補正することができ、個体差のない最適特性を得ることができる。

【0229】また本願の請求項4、5に記載の発明によれば、前記動き補正手段の駆動範囲及び初期状態に相当する基準位置に対するオフセットを検出して、これを補正するようにしたので、製造誤差、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的誤差に起因する駆動範囲のばらつきが抑えられて最適化が図られるとともに動き補正の偏りが補正され、補正ダイナミクスレンジを広くすることができる。

【0230】また本願の請求項6に記載された発明によれば、可変頂角プリズムの温度、経時変化、素子の変形等の機械的誤差による駆動特性の劣化及び変化が良好に補正され、最適制御を図ることができる。

【0231】また本願の請求項7、8に記載された発明によれば、動き補正手段の駆動特性の検出、補正動作を、動き補正手段の動作、非動作の切り換え時、パツテリーチャージ時等の撮影中でないときにタイミング良く行うことができ、撮影動作を妨げず、駆動特性の補正を行うことが可能となる。

【0232】また本願の請求項9に記載された発明によれば、前記ぶれ補正装置の接眼部を操作者が観察しているときには動き補正手段の駆動特性の検出及び補正動作を禁止したので、撮影動作を妨げることがなく、常に良好な撮影を行うことが可能となる。

【0233】また本願の請求項10、11に記載の発明によれば、ぶれ補正手段の所定のテスト用の駆動信号に対する応答特性のオフセットを検出して、その伝達特性

を補正するとともに、このオフセット情報を記憶して以後の制御に用いるので、常に動き補正手段の動作を最適な特性で行われ、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的誤差に起因する特性変化が補償される。

【0234】また本願の請求項12に記載の発明によれば、動き補正手段の応答振幅及び位相ずれを検出し、この応答振幅及び位相ずれに応じて、前記動き検出手段及び前記動き補正手段からなる制御系の伝達の利得及び位相ずれを補正したので、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的誤差に起因する周波数特性変化を補正することができ、個体差のない最適特性を得ることができる。

【0235】また本願の請求項13、14に記載の発明によれば、前記動き補正手段の駆動限界範囲及び初期状態に相当する基準位置に対するオフセットを検出して、これを補正するようにしたので、製造誤差、温度、経時変化による軸摩擦、素子の変形等の機械的誤差に起因する駆動範囲のばらつきが抑えられて最適化が図られるとともに動き補正の偏りが補正され、補正ダイナミックレンジを広くとることができる。

【0236】また各請求項の発明によれば、ぶれ補正手段に光軸調整に価格の安い低分解能D/A変換器を使用しても、入力角速度信号に対して、ダイナミックレンジの確保と、高分解能を両立することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例を示すブロック図である。

【図2】図1の実施例の要部の構成（キャリブレーションブロック及びぶれ補正ブロック）を示すブロック図である。

【図3】図2の構成で行われるキャリブレーション動作を説明するための図である。

【図4】第1の実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】VAPを組み込んだ撮影光学系の一例の構成を示す図である。

【図6】VAPの駆動回路の基本構成を示すブロック図である。

【図7】VAPを用いたぶれ補正系の制御動作を説明するためのフローチャートである。

【図8】本発明の実施例を説明するためのVAPの構造図である。

【図9】本発明の実施例を説明するためのVAPの構造図である。

【図10】本発明の実施例を説明するためのVAPユニットの周波数特性を示す図である。

【図11】本発明の実施例におけるHPF、積分手段、利得/位相補正手段等を構成するデジタルフィルタの構成を示す図である。

【図12】観察者がファインダ接眼部を覗いているか否かを検知する観察者検知手段の構成を説明するための図である。

【図13】本発明のぶれ補正装置を内蔵した双眼鏡の斜視図である。

【図14】本発明のぶれ補正装置を内蔵した双眼鏡の透視図である。

【図15】本発明における第2の実施例を示すフローチャートである。

【図16】本発明における第3の実施例を示すフローチャートである。

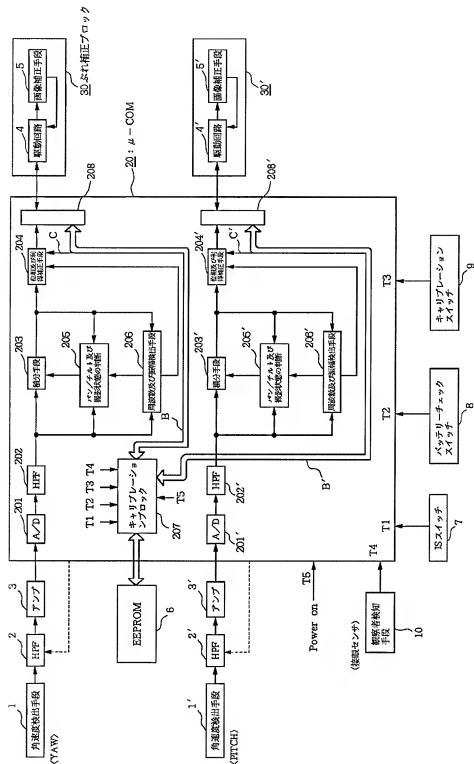
【図17】本発明における第4の実施例を示すフローチャートである。

【図18】第2の実施例～第4の実施例に共通する双眼鏡のぶれ検出及び補正系の構成を示すブロック図である。

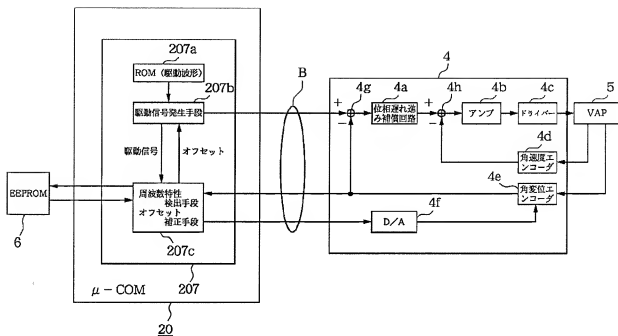
【符号の説明】

- 1 角速度検出手段（角速度センサ）
- 2 HPF
- 3 アンプ
- 4 駆動回路
- 5 画像補正手段（ぶれ補正手段）
- 6 EEPROM
- 7 ISスイッチ
- 8 バッテリーチャージスイッチ
- 9 キャリブレーションスイッチ
- 20 マイコン
- 30 ぶれ補正ブロック
- 106 VAP
- 201 A/D変換器
- 202 HPF
- 203 積分手段
- 204 位相/利得補正手段
- 205 パン/チルト判別手段
- 206 周波数/振幅検出手段
- 207 キャリブレーションブロック
- 208 切換ブロック
- 400 双眼鏡

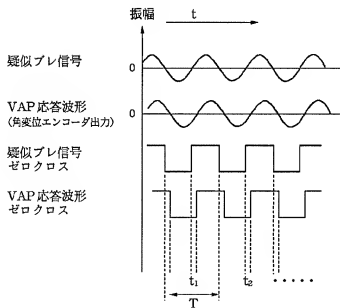
【 図 1 】



【図 2】

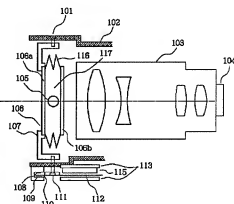


【図 3】

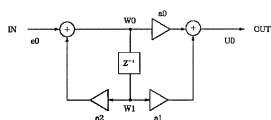


$$\text{位相遅れ (deg)} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{nT} \times 360$$

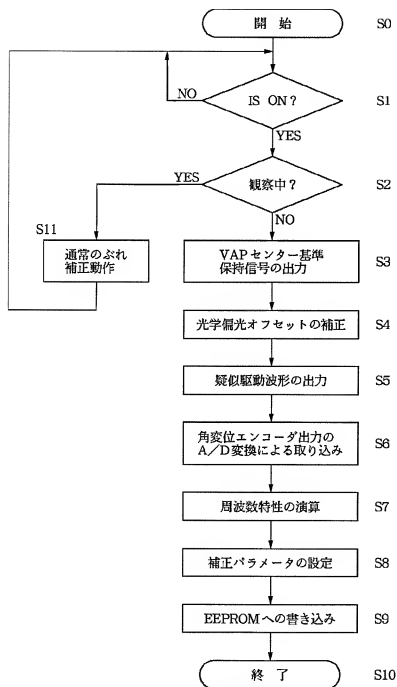
【図 5】



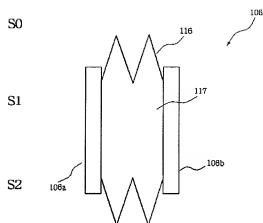
【図 11】



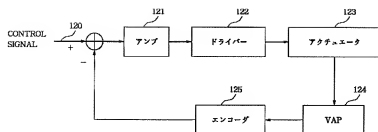
【図 4】



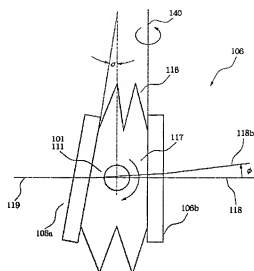
【図 8】



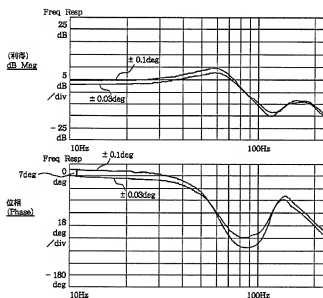
【図 6】



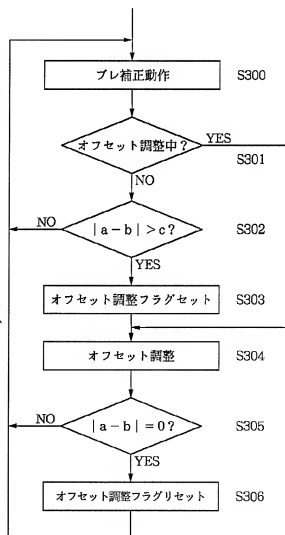
【図 9】



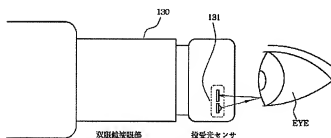
【図 10】



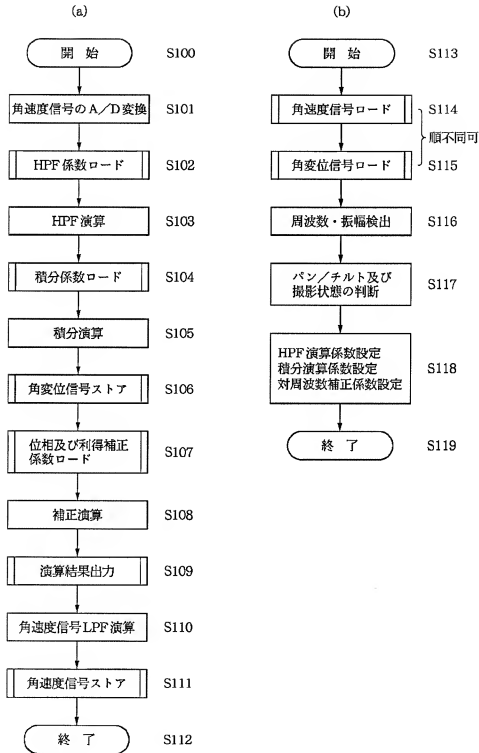
【図 16】



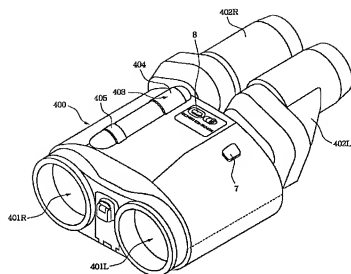
【図 12】



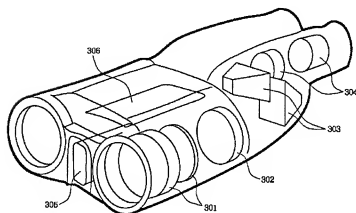
【図 7】



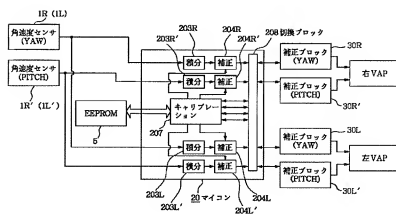
【図 1 3】



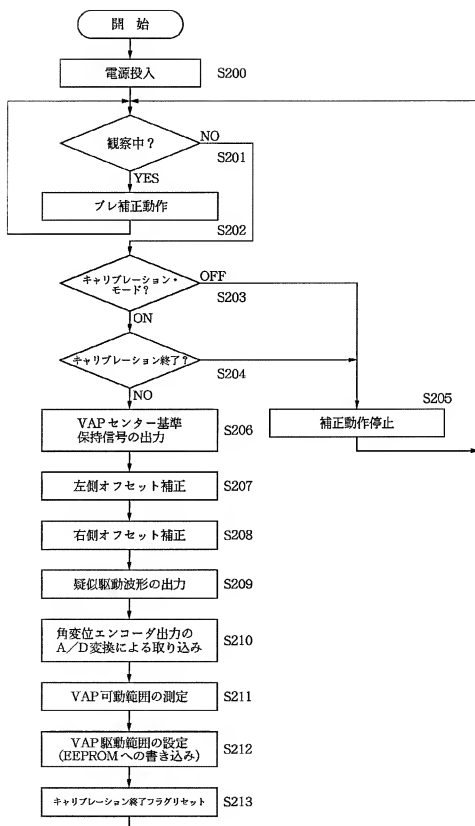
【図 1 4】



【図 1 8】



【図15】



【図 17】

